

## 肩関節外科と骨粗鬆症

著者	井樋 栄二
雑誌名	東北医学雑誌
巻	119
号	2
ページ	129-132
発行年	2007-12
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/51394">http://hdl.handle.net/10097/51394</a>

——教授就任記念講演——

## 肩関節外科と骨粗鬆症

## Shoulder Surgery and Osteoporosis

井 樋 栄 二

東北大学大学院医学系研究科 医科学専攻外科病態学講座 整形外科学分野

## はじめに

1980年に東北大学医学部を卒業し、国立水戸病院で初期研修を行った後、1983年に東北大学整形外科に入局した。当時、若松英吉教授のもとで骨代謝研究が盛んに行われており、骨粗鬆症の臨床を担当することになった。直接的な指導は佐藤光三講師から受け、骨粗鬆症の姿勢の研究をまとめ、1989年に桜井実教授のもとで医学博士を取得した。その後、いわき市立総合磐城共立病院で田畑二郎先生のもとに肩関節の臨床を学び、さまざまな臨床的疑問を解決すべく、1990年～1993年、1997年～1998年の2度にわたって、米国ミネソタ州ロチェスターにあるメイヨークリニックに留学した。そこで、肩関節のバイオメカニクスという研究手法を用いて、An教授の指導のもとに肩関節の安定化機構についての研究を行った。また、同時にリハビリテーション科のSinaki教授とともに骨粗鬆症患者の運動療法についての研究を行った。1994年、秋田大学赴任後もこれらの研究の流れは継続しており、今日に至っている。本日は、肩関節安定化機構の研究内容と骨粗鬆症の姿勢と運動療法について講演する。

## 肩関節安定化機構

肩関節は中間位(たとえば腕を下におろした肢位)では関節包が弛緩し、骨頭が関節窩に対して前後あるいは上下にある程度動くこと(平行移動)ができる。この「動き」あるいは「遊び」を動揺性という。動揺性は個人差が大きく、脱臼させられるほどに大きな動揺性をもっている人もいる。しかし、それが臨床症状を伴わない場合には単なる動揺性に過ぎず、病的なものではない。ひとたび動揺性が痛みや不安感などの臨床症状を呈するようになると不安定性とよび、これは病的な状態である。中間位で不安定性を呈する疾患の代表的なものは動揺性肩関節であり、明らかな外傷なく発症するため、非外傷性不安定症とも呼ばれる。

一方、関節可動域の限界までくると関節包が緊張し、骨頭の動きは著しく制限されるため、骨頭の動揺性はほとんど見られなくなる。肩をそれ以上に動かす外力が作用すると、関節包が破断し、破断した方向への脱臼が生じる。これは大きな外力が作用したときにみられる脱臼であるため、外傷性脱臼、外傷性不安定症とも呼ばれる。

安定化機構に関する一連の研究の中で最初に行った研究は、中間位における安定化機構の解明であった。皮膚・皮下脂肪組織、三角筋、腱板と軟部組織を順次切除しても肩関節は下方へ脱臼しないが、関節包を穿刺すると関節内に空気が流入して下方脱臼が起こる。このことは関節内圧が陰圧に保たれることにより肩が下方へ安定化していることを物語っている。関節内圧を除去した状態では肩は下方に脱臼しており、この状態で関節包を切離してもそれ以上の不安定性は生じない。よって中間位では関節包が内圧を保持することによって安定性を獲得していると言える。また、中間位ではあっても腕を動かしているとき、すなわち筋が収縮している状態では、上腕骨頭は浅い陥凹を有する関節窩に押さえつけられ、上下、前後に移動しにくくなる。このような作用は腱板、三角筋、上腕二頭筋など肩関節周囲筋に広く観察される。関節窩の骨欠損を作成することで、この安定化機構が損なわれることも分かり、骨欠損を伴う不安定肩に対する手術時の骨移植適応を明らかにすることができた。また、関節窩の陥凹のみならず、関節窩の傾斜そのものも下方への安定性に寄与することが判明した。これは臨床でみられる動揺性肩関節の患者においてみられる肩甲骨の内転と一致する所見であり、さらに治療として肩甲骨を外転位に保つ大胸筋移行術や肩甲骨頸部骨切り術に理論的根拠を与えることになった研究である。

次に限界可動域における安定化機構として関節包靱帯の働きを調べた。直線偏位計を関節包靱帯に設置して、種々の肢位における各関節包靱帯の歪みを計測すると、前下関節上腕靱帯の歪みは外転外旋位で最大に

なることから前方への安定化機構であることが分かり、後下関節上腕靱帯の歪みは屈曲内旋位で最大になることから後方への安定化機構であることが分かった。さらに腋窩囊の歪みも前下関節上腕靱帯と同様、外転外旋位で最大になることから、この部分も前方安定化機能を有していることが分かった。関節窩に骨欠損が生じると中間位での安定性は損なわれるが、限界可動域での安定性は関節包靱帯が修復されていれば影響を受けないことも明らかになった。

この下関節上腕靱帯が損傷すると肩関節脱臼が生じる。若年者の初回脱臼では66%から94%が反復性に移行する。なぜこのように再脱臼率が高いのだろうか。内旋位固定を強固に行っても、また通常の3週間よりも長く行っても、再脱臼率を下げることはできない。MRIを肩関節内旋位で撮ってみると、関節包靱帯は関節窩から剥離しているが、肩を外旋位にすると靱帯は関節窩に密着することが分かった。そこで2000年から全国規模で無作為化臨床試験を行ってきた結果、肩を外旋位で3週間固定することで従来の内旋位固定に比べて再脱臼率をおよそ半分に減らせることが分かった。この治療法はまだ完成したものではなく、もっとも適した固定肢位、もっとも適した固定期間についての研究を現在も継続中である。

### 骨粗鬆症の姿勢と運動療法

骨粗鬆症の姿勢は、変形のない正常姿勢、胸椎後弯のみが増強した円背、胸椎後弯と腰椎前弯がともに増強した凹円背、胸椎後弯が減少し腰椎が後弯してくる亀背、そして胸椎、腰椎ともに後弯変形を呈する全後弯の5つのタイプに分けられる。脊柱変形は、椎体そのものの変形(椎体骨折)と軟部支持組織の脆弱化(筋の萎縮)によってもたらされる。骨粗鬆症患者を長期的に観察していると、椎体骨折はまず中位胸椎か胸腰椎移行部に楔状椎として初発することが多く、その後、終板が徐々に陥凹して魚椎変形を呈するようになる。脊柱変形とその代償機構は以下のような機序が考えられる。初発の椎体変形が中位胸椎か胸腰椎移行部に起こると、円背変形が生じ、腰椎が前弯することで姿勢を立て直そうとする。これが凹円背である。しかし、初発骨折が胸腰椎移行部から上位腰椎に起こると、残る下位の腰椎椎体は1,2個しかなく、これだけでは十分に代償しきれない。そこで腰椎のみならず仙骨、骨盤までも後傾することで代償しようとする。このとき股関節が十分伸展できれば骨盤後傾で姿勢の代償が可能であるが、股関節がそれ以上の伸展制限があると、骨

盤とともに大腿骨を傾斜させることで代償する。すなわち膝を曲げないと立位を保持できないということが起こる。

胸椎後弯が増すと様々な臨床症状が現れる。腰背部痛は急性期にみられる椎体骨折部近傍の痛みと完成した脊柱変形と傍脊柱筋の萎縮に由来する慢性腰背部痛がある。また、肺活量減少などの呼吸器症状のほか逆流性食道炎などの消化器症状も現れる。さらには、姿勢動揺性、易転倒性が増す。我々も腰椎後弯変形のある患者や脊柱前傾姿勢の患者では立位の姿勢動揺性が増すこと、また過去1年間に転倒既往のある患者では転倒既往のない患者に比べて腰椎可動性と握力、背筋力が低下していることを報告してきた。これらのことから後弯姿勢、とくに腰椎後弯や前傾姿勢があり、腰椎可動性が減少していると易転倒性が増すと考えられる。これらの臨床症状に伴って、各脊柱変形群ではQOLが低下しており、とくに全後弯変形におけるQOL低下がもっとも顕著である。同じ脊柱変形でも脊柱の可動性がQOLに影響することも分かってきた。すなわち可動性が高いほどQOLが高いレベルに維持されている。逆に、QOLにもっとも強い影響を与える因子を多変量解析で調べてみると、背筋力と腰椎可動性が有意な説明変数であることが判明した。これらの研究結果から、腰椎可動性を維持し、背筋力を高めることが高いQOLの維持につながるといえる。

骨粗鬆症患者に対して、背筋の筋力増強と脊柱の可動性向上を目的として背筋運動を行ってきた。背筋力は年齢とともに減少してくる。また、背筋力は胸椎後弯と負の相関があり、腰椎前弯とは正の相関がある。すなわち、胸椎後弯や腰椎後弯によって背筋が相対的に伸張されると、背筋は十分な筋力を発揮することができない。さらに後弯姿勢では背筋の萎縮が顕著である。これらの所見から後弯変形と背筋とは密接な関係にあることが分かる。背筋運動はSinaki教授らが報告したもので、原法は最大背筋力の30%の錘を背負った状態で、うつ伏せで腹部に枕を入れた軽度前傾姿勢から背中を伸ばして水平位まで上体を挙上する運動である。閉経後の健康な女性を対象に、この運動療法を行う運動群と対照群に分けて、2年後の背筋力、脊柱の弯曲を調べると、運動群では70%近く背筋力が増強することが判明した。また、胸椎後弯姿勢の人では背筋力がつくことと姿勢が良くなることも判明した。このように2年間の運動継続である程度の効果が得られることが分かったが、運動療法をやめた後は元に戻るのか、一定の効果が残存するのか、が不明であった。そこで本研究後に特別な運動を処方しない状態で8年間経ったあ

とに再調査してみると、背筋力は両群ともに減少していたが、なお運動群において有意に高い背筋力を有していた。さらに、この間の脊椎骨折の発生頻度が対照群では4.2%であるのに対して運動群では1.6%であり、椎体骨折の相対リスクを62%減少させることが判明した。

ここまでの背筋運動は閉経後の健康女性を対象に行ってきた。しかし、我々の目的とする対象は骨粗鬆症患者である。最大背筋力の30%に相当する重錘負荷は骨折などの危険を伴う可能性がある。若年女性を対象にして、標準運動の重錘、回数、日数を減らすことの背筋力への影響を検討した。その結果、重錘負荷、運動回数、運動日数のいずれを半減しても、得られる背筋力増強という効果も半減することが分かった。骨粗鬆症患者にこの運動を応用する場合に、効果が同じであれば、重錘を軽くすることがもっとも安全性が高いと考えられる。次に重錘をどこまで減少させると運動効果がなくなるのか、ということを検討した。標準運動で用いる最大背筋力の30%負荷に対して、15%負荷、0%負荷における背筋力を比較すると、負荷を減じると得られる背筋力も減るが、0%負荷でも4ヶ月間の運動で17%の背筋力獲得を認めた。そこでもっとも安全と思われる負荷なしの背筋運動を骨粗鬆症患者に行った。全症例薬物療法を受けている。彼らを運動群(42名)と対照群(38名)に分け、4ヶ月後に背筋力、脊柱可動性、QOLを比較した。その結果、脊柱可動性には群間で有意な差は認められなかったが、背筋力とQOLは運動群において対照群よりも有意に高い値が得られた。現在、有限要素法と剛体リンクモデルを使った椎体応力分布と脊柱変形の解析を行っており、骨粗鬆症の程度に応じた安全性と有効性を確立し、さらには、将来的には若年者を対象にした予防的効果についても検討してゆきたいと考えている。

#### 肩関連参考文献

- Itoi, E. and Tabata, S. (1992) Conservative treatment of rotator cuff tears. *Clin. Orthop.*, **275**, 165-173.
- Itoi, E., Kuechle, D.K., Newman, S.R., et al. (1993) Stabilising function of the biceps in stable and unstable shoulders. *J. Bone Joint Surg. [Br.]*, **75**, 546-550.
- Itoi, E., Newman, S.R., Kuechle, D.K., et al. (1994) Dynamic anterior stabilisers of the shoulder with the arm in abduction. *J. Bone Joint Surg. [Br.]*, **76**, 834-836.
- Itoi, E., Minagawa, H., Sato, T., et al. (1997) Isokinetic strength after tears of the supraspinatus tendon. *J. Bone Joint Surg. [Br.]*, **79**, 77-82.
- Itoi, E., Hatakeyama, Y., Urayama, M., et al. (1999) Position of immobilization after dislocation of the shoulder: a cadaveric study. *J. Bone Joint Surg. [Am.]*, **81**, 385-390.
- Itoi, E., Lee, S.B., Berglund, L.J., et al. (2000) The effect of a glenoid defect on antero-inferior stability of the shoulder after Bankart repair: a cadaveric study. *J. Bone Joint Surg. [Am.]*, **82**, 35-46.
- Itoi, E., Sashi, R., Minagawa, H., et al. (2001) Position of immobilization after dislocation of the glenohumeral joint: a study with use of magnetic resonance imaging. *J. Bone Joint Surg. [Am.]*, **83**, 661-667.
- Itoi, E., Hatakeyama, Y., Kido, T., et al. (2003) A new method of immobilization after traumatic anterior dislocation of the shoulder: A preliminary study. *J. Shoulder Elbow Surg.*, **12**, 413-415.
- Itoi, E., Morrey, B.F. and An, K.N. (2004) Biomechanics of the shoulder. In: *The Shoulder* (Rockwood, C.A. Jr., Matsen, F.A. III, Wirth, M.A., et al., eds.), 3<sup>rd</sup> ed., WB Saunders, Philadelphia, pp. 223-267.
- Itoi, E., Hatakeyama, Y., Sato, T., et al. (2007) Immobilization in external rotation after shoulder dislocation reduces the risk of recurrence: a randomized controlled trial. *J. Bone Joint Surg. [Am.]*, **89**, 2124-2131.

#### 骨粗鬆症関連参考文献

- Hongo, M., Itoi, E., Miyakoshi, N., et al. (2004) Effects of reducing intensity of back-strengthening exercise on strength of back extensors in healthy young women: a preliminary study. *J. Bone Miner. Res.*, **19** suppl 2, S299.
- Hongo, M., Itoi, E., Miyakoshi, N., et al. (2005) Effect of low-intensity back exercise on quality of life in patients with osteoporosis. *J. Bone Miner. Res.*, **20** suppl 1, S291.
- Hongo, M., Itoi, E., Sinaki, M., et al. (2005) Effects of reducing resistance, repetitions, and frequency of back-strengthening exercise in healthy young women: a pilot study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, **86**, 1299-1303.
- Ishikawa, Y., Miyakoshi, N., Hongo, M., et al. (2005) Postural deformity and postural balance in patients with osteoporosis. *J. Bone Miner. Res.*, **20** suppl 1, S387.

- 5) Itoi, E. (1991) Roentgenographic analysis of posture in spinal osteoporotics. *Spine*, **16**, 750-756.
- 6) Itoi, E., Sakurai, M., Mizunashi, K., et al. (1990) Long-term observations of vertebral fractures in spinal osteoporotics. *Calcif. Tissue Int.*, **47**, 202-208.
- 7) Itoi, E. and Sinaki, M. (1994) Effect of back strengthening exercise on posture in healthy women aged 49 to 65 years. *Mayo Clinic Proc.*, **69**, 1054-1059.
- 8) Itoi, E., Yamada, Y., Sakurai, M., et al. (1990) Bone mineral density and back muscle strength in spinal osteoporotics. *J. Bone Miner. Metab.*, **8**, 77-80.
- 9) Kasukawa, Y., Miyakoshi, N., Ishikawa, Y., et al. (2005) Relationships between falls, spinal mobility, and muscle strength in patients with osteoporosis. *J. Bone Miner. Res.*, **20** suppl 1, S387.
- 10) Miyakoshi, N., Hongo, M., Maekawa, S., et al. (2005) Factors related to spinal mobility in patients with postmenopausal osteoporosis. *Osteoporos. Int.*, **16**, 1871-1874.
- 11) Miyakoshi, N., Itoi, E., Kobayashi, M., et al. (2003) Impact of postural deformities and spinal mobility on quality of life in postmenopausal osteoporosis. *Osteoporos. Int.*, **14**, 1007-1012.
- 12) Sinaki, M., Itoi, E., Rogers, J.W., et al. (1996) Correlation of back extensor strength with thoracic kyphosis and lumbar lordosis in estrogen-deficient women. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, **75**, 370-374.
- 13) Sinaki, M., Itoi, E., Wahner, H.W., et al. (2002) Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone*, **30**, 836-841.
- 14) Sinaki, M., Wahner, H.W., Offord, K.P., et al. (1989) Efficacy of nonloading exercises in prevention of vertebral bone loss in postmenopausal women: a controlled trial. *Mayo Clin. Proc.*, **64**, 762-769.